

⑤ Int.Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)2月7日

H 01 L 21/027
G 03 F 1/16

A

7428-2H
2104-5F

H 01 L 21/30

3 3 1 M

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 X線マスクの製造方法

⑮ 特 願 平1-163131

⑯ 出 願 平1(1989)6月26日

⑰ 発 明 者 大 久 保 高 志 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑱ 発 明 者 小 田 政 利 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑲ 発 明 者 吉 原 秀 雄 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑳ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

㉑ 代 理 人 弁理士 玉 蟲 久五郎

明 細 書

1. 発明の名称

X線マスクの製造方法

2. 特許請求の範囲

軟X線が透過するマスク基板と、該マスク基板上に形成された軟X線吸収体ボタンと、マスク基板を支持する支持体からなるX線マスクを補強フレームに接着する工程を含む補強フレームを備えたX線マスクの製造方法において、

前記X線マスクを補強フレームに接着する工程は、

前記X線マスクを前記補強フレームに接着する接着部を、前記X線マスクの一部に集中して形成する

ことを特徴とするX線マスクの製造方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は補強フレームを備えたX線マスクの製造方法に関し、とくに詳しくは半導体集積回路(LSI)や電子デバイス等の微細ボタンを軟X線を用いて転写するX線露光に必要なX線マスクにおいて、マスク基板上的軟X線吸収体ボタンに位置ずれを発生させることなく補強フレームに接着する方法に関するものである。

(従来技術)

LSIをはじめとする半導体デバイスの高集積化、高性能化には微細加工技術の発展が不可欠である。今日実用段階にあるLSIのボタン寸法は0.6μm以上のものであるが、さらに高機能なデバイスを目指して0.5μm～0.1μmの微細ボタン形成技術の研究開発が精力的に行われている。

現在広く用いられている微細ボタン形成方法は紫外線リソグラフィと呼ばれるもので、被加工材

料上に感光性のレジストを塗布し、あらかじめ作成したマスクの上から紫外線を用いてこのレジストの所定の領域を露光し、現像液中における露光部と未露光部の溶解度の差を利用してレジストパターンを形成する技術である。この技術では、紫外線の波長が約 $0.4\mu\text{m}$ であることから、パターン幅が $0.5\mu\text{m}$ 以下になると焦点深度が非常に浅くなりパターン形成が非常に難しくなる。

そこで、紫外線より波長の短い軟X線を用いたX線リソグラフィが注目されている。X線リソグラフィは、(1)波長が $5\sim 15\text{\AA}$ であるため $0.1\mu\text{m}$ 以下のパターンでも高精度に転写できる、

(2)X線はレジスト中での透過率が大きいいためレジスト膜厚にかかわらず忠実なパターン形成ができる、等の長所があり、ナノメートルパターンを指向したリソグラフィ技術の中心になるものと考えられている。

X線リソグラフィの最も重要な課題は高精度なX線マスク製造技術の開発にある。第2図にX線リソグラフィ用マスクの構造を示した。マスク基

板2上に吸収体パターン1が形成されており、該マスク基板2を支えるため支持体3がある。さらに支持体3は、接着剤5で補強フレーム4上に接着されている。

マスク基板2にはX線透過率や機械的強度が高いことが要求され、 $2\sim 3\mu\text{m}$ 厚のSiN、BN等が用いられている。吸収体パターン1には密度が高くX線吸収係数の大きい重金属、例えば、Au、Ta、W等が用いられてきた。この中でAuはメッキでしかパターン形成できないので、ドライエッチングが可能なTa、Wが有望視されている。支持体3にはSiウエハが用いられている。一般的な製造方法は、支持体3となるSiウエハ上にマスク基板2を堆積し、その上に吸収体パターン1を形成した後、転写に必要な領域のSiを裏面よりエッチングしマスク基板2を形成する。最後に接着剤5を支持体3に塗布し補強フレーム4に接着する。

補強フレーム4が必要な理由は次の3点である。

第1の理由はマスクの取り扱いを容易にし、ア

ライナへの自動装着を可能にするためである。支持体3となるSiウエハには通常 $0.4\sim 2\text{mm}$ 厚のものが用いられており、補強フレーム4がないと精密なピンセットでしか取り扱うことができず、アライナに装着する場合熟練を要する。また転写時の周囲温度を制御するためにはマスクの自動装置が不可欠であるが、この装着機構が複雑になる。

補強フレーム4を接着する代わりに支持体3となるSiウエハを厚く、大きな直径のものとすると、裏面エッチングの時間が長くなり、マスク製造時の取り扱いが不便となる等の問題が生じる。

第2の理由はマスク表面の汚れに対する余裕度が増大することである。X線リソグラフィではマスクと転写されるウエハのギャップを $10\sim 50\mu\text{m}$ の範囲の一定値に厳密に制御する必要がある。ところが露光領域以外でもマスク表面にゴミ、汚物等が付着するとギャップの制御が出来なくなる。したがって、補強フレーム4が無いとマスク表面全体にゴミが付着しないように管理しなければな

らず、ピンセット等でのマスクの取扱いが困難となる。しかし、補強フレーム4があると取扱いはフレーム部となりマスクに接触することがないうえ、マスク表面はウエハの厚さだけ高くなつているのでフレーム上に小さなゴミが付着しても支障はない。

第3の理由は平坦性の矯正である。第3図に示すように、マスク基板2や吸収体パターン1はこれまで強い引っ張り応力を持っていたため、支持体3が変形しギャップ制御ができなかつた。そこで支持体3を平坦性の良い補強フレーム4に矯正して接着することでこの変形を低減化してきた。

従来、補強フレーム4の必要理由としては第3の平坦性の矯正が最も大きかつたが、近年薄膜の応力制御技術の進展により、補強フレーム4で矯正しなくても平坦性が確保できるようになつてきている。

補強フレーム4の材料には、石英ガラスやパイレックスガラス等の透明ガラスが用いられている。これは、平坦性の良い加工が可能なこと等が主な

理由である。また、接着剤として、紫外線硬化型接着剤が広く用いられている。これは、硬化させるタイミングを制御できること、硬化時に加熱を必要としない等の理由によるものである。

〔発明が解決しようとする課題〕

近年、半導体デバイスの高性能化により、マスクバタンの位置歪やボタン寸法誤差の許容範囲は $0.1\mu\text{m}$ 以下となつてきた。ところが、実際に作成したマスクバタンの位置ずれをレーザ干渉型の位置測定機を用いて詳細に調べると、 20mm 口の領域で本来中心から 10mm の位置に形成されるべきボタンが $0.2\mu\text{m}$ 以上内側にずれていることがわかつた。第4図は測定結果のモデルを示したものである。破線の十字マーク6は本来ボタンが設計されている設計十字ボタン位置を示している。実線の十字マーク6'は実際にボタンが測定された実際の十字ボタン位置である。すべてマスクの中心に向かって矢印で示した位置ずれを起こしており、マスクの中心部より外周部のほう

あることから、わずかな力で変形しボタン位置ずれを生じる。従つて支持体3には外力が作用しないような工夫が必要である。

本発明は以上の問題を解決するために創案されたものであり、その目的はマスク基板に歪を生じさせることなくX線マスクを補強フレームに接着し、ボタン位置ずれのない高精度なX線マスクを完成させることにある。

〔課題を解決するための手段〕

本発明は上記目的を達成するため、軟X線が透過するマスク基板と、該マスク基板上に形成された軟X線吸収体ボタンと、マスク基板を支持する支持体からなるX線マスクを補強フレームに接着する工程を含む補強フレームを備えたX線マスクの製造方法において、前記X線マスクを補強フレームに接着する工程は、前記X線マスクを前記補強フレームに接着する接着部を、前記X線マスクの一部分に集中して形成することを特徴としている。

が、その歪が大きい。

このボタン位置ずれをマスク製造工程に従つて調べた結果、マスクと補強フレーム4の接着工程が最も大きいということがわかつた。また、同一条件で数多くのフレーム接着を行つた結果、ずれる方向は同じであるがその大きさは、 $0.1\sim 0.3\mu\text{m}$ の範囲にばらつていることがわかつた。

この位置ずれの原因としては(1)接着剤5が硬化するとき収縮力が働いた、(2)接着時に微妙な温度差が発生し、マスク基板2、支持体3、補強フレーム4の間の熱膨張係数の違いにより位置ずれが発生した、等が考えられ、その複合作用である可能性が大きい。(1)については接着剤5を用いる限り避けることができない問題である。(2)についても紫外線照射時に温度上昇する可能性が強く、これを抑えるためには大がかりで高価な作業性の悪い恒温チャンバを準備する必要が生じてくる。

このように、マスク基板2は非常に薄いもので

〔作用〕

これまで補強フレーム4の接着は、マスク基板2や吸収体ボタン1によるSiウエハ支持体3の変形を矯正する目的で支持体3と重なる支持体周辺のすべてに接着剤5を塗布し、周辺全面で接着するものであつた。しかし、先に述べたように、薄膜の応力制御技術の進展によりマスク基板2や吸収体応力による変形がほとんど無視できるようになつてきた今日、ウエハ周囲全面で接着する必要性はなくなつた。

また、転写中およびマスクハンドリング中を通じ、マスク基板2や支持体3には大きな力は作用しないので接着力を大きくする必要はない。

本発明はこのような状況を鑑みてなされたもので、その第1の主旨は、接着面積を小さくすることにより接着剤5の収縮により発生する力を小さく抑え、ボタン位置ずれを小さくすることにある。

また、第2の主旨は支持体3の一部分しか接着せず、その他の大部分を自由状態にしておくことで、接着時と転写時で温度差が生じて支持体3

及びマスク基板2は目地に膨張・収縮による状態にすることにある。この様な状態であれば、ボタン位置ずれのないX線マスクの接着が可能となり、吸収体ボタン1の形成時の温度が転写時の温度と一致していれば接着時の温度に関係なく高精度なボタン転写が可能となる。

また、本発明を用いることにより、補強フレーム4にSiの熱膨張係数とは異なる材料を用いてもボタン精度には影響しないという利点がある。以下実施例について説明する。

(実施例)

3枚の直径3インチ、厚さ1mmのSiウエハ上にCVD法によりSiN膜を2 μ m厚に形成し、続いてTa膜をスパッタ法により1 μ m厚に形成し、さらにその上に電子サイクロトロン共鳴を利用したCVD法によりSiO₂膜を0.3 μ m厚に堆積した。続いてこれら試料の全面に、幅2 μ m、長さ40 μ mラインで構成される十字マークのレジストボタンを2mmピッチで形成した。C、

D、をマスクとする反応性イオンエッチングを用いてSiO₂をエッチングしさらにCB₂F₆ガスによる反応性イオンエッチングによりTaをエッチングした。その後、KOH溶液を用いてウエハ中心の20mm \square のSiを裏面よりエッチングした。

この時点では、レーザ干渉型ボタン位置測定機を用いて十字マークの位置を測定した結果、いずれのマスクも全面で0.05 μ m以下の位置ずれしか観測されなかつた。

次に、これらのマスクを接着剤5で、厚さ5mm、大きさ100mm \square で、中心に直径60mmの穴のあいたバイレックスガラスの補強フレーム4に接着した。接着部5'を1図(a)(b)(c)のハッチングで示す。

第1図(a)では、ウエハの周囲全面に紫外線硬化型接着剤を塗布し、補強フレーム4の裏面から紫外線を照射してマスクを接着した。

第1図(b)では、ウエハの周囲4カ所に直径約3mmだけ接着剤を塗布し、同様の方法でマス

クを接着した。

第1図(c)では、ウエハの周囲1カ所に直径5mmだけ接着剤を塗布し、同様の方法でマスクを接着した。

補強フレーム接着後3枚のマスクの平面度を測定したがいずれも1 μ m以下の値であり平面度の点ではいずれも問題なかつた。

再度3枚のマスクのボタン位置を測定した結果、ボタン位置ずれの最大値は第1表に示す値であつた。

第 1 表

	周囲全面接着	4カ所接着	1カ所接着
最大ずれ量 (μ m)	0.23	0.12	<0.05

第1表より明らかなように、マスク周囲全面で接着した場合に比べ、4点で接着した場合の最大位置ずれ量は約1/2に減少し、1点で接着した場合は接着前とほとんど変わらない。

以上の実施例から明らかなように、接着面積を

小さくし接着領域を分散させるとボタン位置ずれは小さくなる。これは接着面積の縮小により接着剤の収縮力がトータルで小さくなるためと考えられる。さらに、接着面積を小さくして1カ所で接着するとフレーム接着による位置ずれは発生しなくなる。これは、接着剤の収縮や接着時の温度が異なることによる熱膨張が発生してもマスク基板には何ら力が作用しないためであると考えられる。

なお、本実施例では、Siウエハをエッチングしマスク基板2を形成してから補強フレーム4の接着を行つたが、Siウエハのエッチング前、あるいはそれ以前の工程で補強フレーム4を接着する場合も同様である。

また、本実施例ではマスク基板2にSiN、吸収体ボタン1にTa、支持体3にSi、補強フレーム4にバイレックスガラスを用いたが、本発明はマスク基板材料、吸収体材料、支持体材料、補強フレーム材料によつて何ら制限されるものではない。

さらに本実施例では紫外線硬化型接着剤を用い

て支持体 3 と補強フレーム 4 を接着したが、接着剤の種類、あるいは磁石と鉄片を双方の面に取り付けて接着する方法も同様であり、マスクを補強フレーム 4 に固定する接着であれば接着方法には制限をうけない。

〔発明の効果〕

以上述べたように、本発明を用いることにより、バタンの位置ずれを発生させることなく、マスクを補強フレームに接着することができる。これによつて高精度な X 線マスクを製造することができ、高性能な半導体デバイスの製造が可能になる。

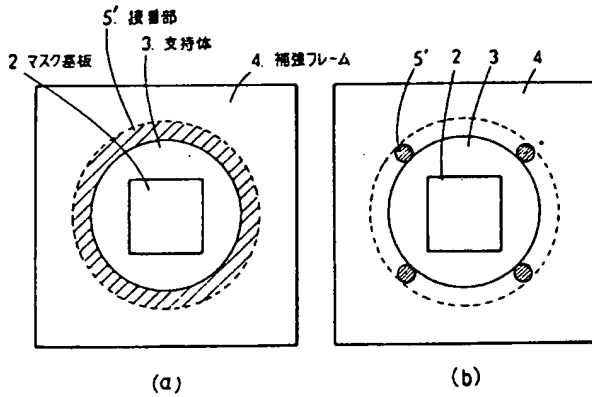
4. 図面の簡単な説明

第 1 図 (a) 、 (b) 、 (c) は本発明の態様を説明する図で、第 1 図の (a) はマスク周辺の全面接着の説明図、(b) は 4 ケ所接着の説明図、(c) は 1 ケ所接着の説明図、第 2 図は X 線マスクの構造、第 3 図は補強フレームが必要な従来の X 線マスク、第 4 図はボタン位置ずれのモデルで

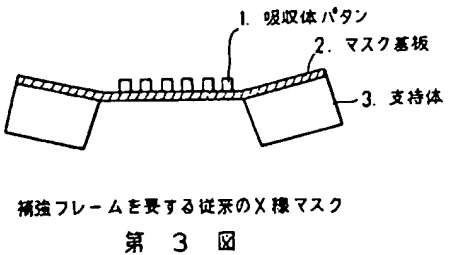
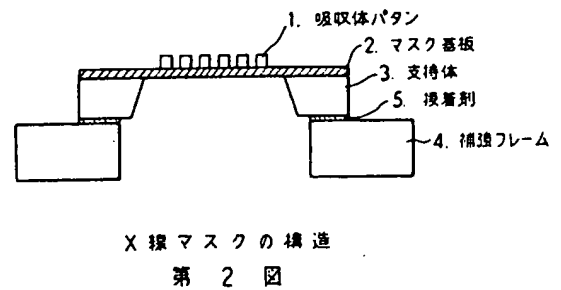
のる。

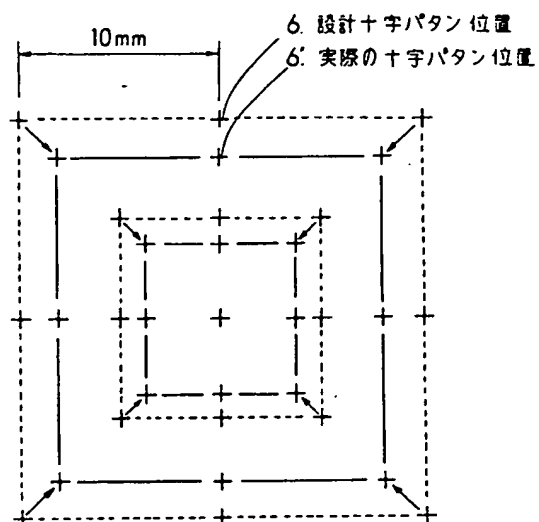
- 1 … 吸収体パタン
- 2 … マスク基板
- 3 … 支持体
- 4 … 補強フレーム
- 5 … 接着剤
- 5' … 接着部
- 6 … 設計十字パタン位置
- 6' … 実際の十字パタン位置

特許出願人 日本電信電話株式会社
代理人 弁理士 玉 蟲 久五郎



本発明の態様を説明する図
第 1 図





ボタン位置ずれモデル

第 4 図